

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **02-110788**

(43)Date of publication of application : **23.04.1990**

(51)Int.Cl.

G06F 15/70

G06F 15/62

G06F 15/72

(21)Application number : **63-264587**

(71)Applicant : **NIIGATA ENG CO LTD**

(22)Date of filing : **20.10.1988**

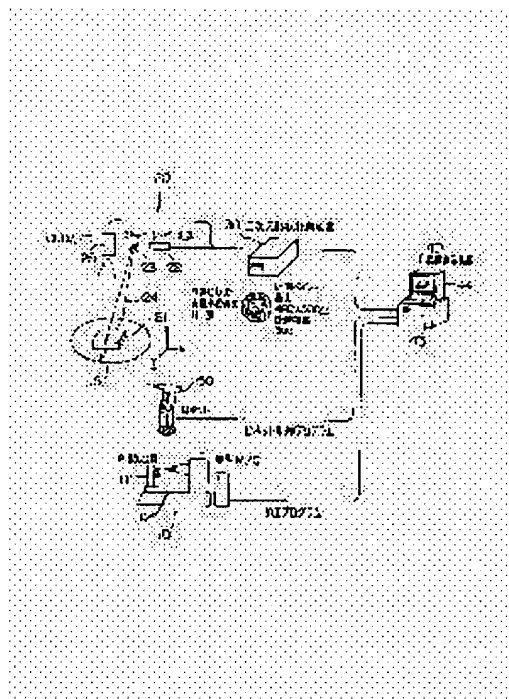
(72)Inventor : **KOISO HIDEYO
WAKAHARA TAKEHITO
SUSAKA SHIZUO**

(54) METHOD FOR RECOGNIZING SHAPE OF THREE-DIMENSIONAL OBJECT

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately identify the type of a workpiece and to accurately specify the position and the posture of the workpiece by creating reference models for respective stable states of the workpiece, comparing the reference models with measured data, and recognizing the workpiece in a three-dimensional way.

CONSTITUTION: An FMS (flexible manufacture system) is composed of a machining center 10, an image pickup part 20, a three-dimensional shape measuring unit 30, a recognizing and displaying device 40, and a robot 50. Information to indicate the posture and the position of a workpiece 21 is transferred from the recognizing and displaying device 40 to the machining center 10 and the robot 50, and processing is executed based on the information. Here, the respective stable states of the workpiece 21 are adopted as the postures of the reference models, and the workpiece 21 is identified by comparing the geometrical feature amount of the reference models obtained off-line and the geometrical feature amount of the workpiece 21 based on the measurement obtained on-line. Thus, the type, the position, and the posture of the workpiece 21 can be accurately identified.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平2-110788

⑬ Int.Cl.⁵G 06 F 15/70
15/62
15/72

識別記号

4 0 5
4 1 5
4 6 0

庁内整理番号

7368-5B
8419-5B
7165-5B

⑭ 公開 平成2年(1990)4月23日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全12頁)

⑮ 発明の名称 3次元物体の形状認識方法

⑯ 特 願 昭63-264587

⑰ 出 願 昭63(1988)10月20日

特許法第30条第1項適用 昭和63年(1988年)10月4日発行の日本工業新聞に掲載

⑱ 発 明 者 小 磯 秀 世 神奈川県横浜市磯子区新磯子町27番地 株式会社新潟鉄工
所制御技術センター内⑲ 発 明 者 若 原 剛 人 神奈川県横浜市磯子区新磯子町27番地 株式会社新潟鉄工
所制御技術センター内⑳ 発 明 者 須 坂 静 生 新潟県新潟市岡山1300 株式会社新潟鉄工所新潟工作機工
場内

㉑ 出 願 人 株式会社新潟鉄工所 東京都千代田区霞が関1丁目4番1号

㉒ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

3次元物体の形状認識方法

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ光を工作物にあて、該工作物からの反射光をテレビカメラでとり、画像処理と3角測量の原理によって基準面から工作物まで距離を求めて、投入された工作物の種類、姿勢を割り出す3次元物体の形状認識方法において、

オフラインで前記工作物の参照モデルを作成する第1の段階と、オンラインで工作物の計測を行い前記参照モデルとの比較によって計測された工作物を同定する第2の段階とを有し、

前記参照モデルを作成する第1の段階は、

① 3次元CADシステムを使用して参照モデルのソリッドモデルをコンピュータに入力する過程と、

② 前記参照モデルの各安定状態を指示するデータを入力する過程と、

③ 前記参照モデルの基準安定状態から他の安定状態への変換を行うための変換マトリックスを求める過程と、

④ 前記変換マトリックスを用いて前記ソリッドモデルの面を変換するとともに、変換した面をラスタ化し、該ラスタ化データを基に、前記各安定状態に対応する幾何学的特徴量を算出する過程と

を含み、

前記工作物の計測を行い前記参照モデルとの比較によって計測された工作物を同定する第2の段階は、

① 前記工作物の画像から該工作物上の各点と基準面との距離を求めて記憶する過程と、

② 記憶した距離データから前記工作物の幾何学的特徴量を算出する過程と、

③ 該工作物の幾何学的特徴量を前記参照モデルの幾何学的特徴量と比較し、工作物の種類を同定する過程と

を含むことを特徴とする3次元物体の形状認識方

法。

(2) 請求項1記載の3次元物体の形状認識方法において、前記第1の段階は、さらに、ロボットが工作物を把持する位置を示すデータを入力する過程を含み、前記第2の段階は、さらに、該工作物の所定位置からのずれを算出する過程を含むことを特徴とする3次元物体の形状認識方法。

(3) 請求項1記載の3次元物体の形状認識方法において、前記幾何学的特徴量として、前記工作物の体積などの積分量を用いることを特徴とする3次元物体の形状認識方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、FMS（フレキシブル生産システム）の工作物の判別に適用して好適な3次元物体の形状認識方法に関する。

[従来の技術]

FMS、FMC（フレキシブル生産セル）においては、加工機能をマシニングセンタ等のNC機械が担当する。NC機械は、NCプログラムにて

-3-

エプログラムの呼出しやロボットによる工作物の把持、および治具への設定などを自動的に行うことが期待でき、搬送系の柔軟性を高めることができる。

このようなビジョンシステムの画像認識方法としては、レーザレンジファインダを利用して対象工作物にレーザ光をあて、その光線をテレビカメラでとらえ、3角測量の原理にて工作物位置を求める方法がある。この方法には様々な手段があり、実用化されているが、その中に光切断方式と呼ばれているものがある。

光切断方式と言うのは、レーザ光をレンズにて平面状にして工作物に投射し、そのレンズ光と物体とが交差する部分の輝線をテレビカメラで写し、その画像から3角測量の原理を利用して、その光の当たった場所の3次元位置を算出する方法である。具体的には、レンズで収束した平面光をミラースキャナを用いて工作物に投射して走査を行うもので、スキャナを制御することによって、工作物全面にわたって位置座標を得、この得られた位

加工命令を与えるため、自由な加工が実現でき、生産の柔軟性は高い。しかしながら、搬送装置や治具等の周辺装置は、現在のところ柔軟性が低く、前記FMS、FMCにおけるシステムの柔軟性の一層の向上を阻害する大きな要因となっている。したがって、上記周辺装置の柔軟性を高める努力が必要とされており、フレキシブル自動治具の開発や搬送系の柔軟性を高めるための工夫がなされている。

FMSの搬送系の柔軟性を高め、搬送自動化による工作機械の稼働率向上を実現する手段として、FMSに投入される工作物の種類を入口で認識し、FMSの制御命令を起動するビジョンシステム（画像認識装置）が開発され、最近注目され出している。（例えば、特開昭63-163976号公報、特開昭63-170783号公報参照）

この種のビジョンシステムによれば、多品種の混流生産において、システムに投入される工作物の種類、投入時の姿勢、位置などを入口で認識できる。したがって、これらの情報を利用して、加

-4-

工データを基にして、工作物の種類、位置、姿勢を割り出すようになっている。

レーザ光の代わりにスリット光を利用する方法もある。要は、平面状、または線条の光を工作物の表面に当て、その光がどの位置に当たるかにより、光の当たった部分の位置を算出する方法である。

[発明が解決しようとする課題]

ところで、上述した従来の方法は、工作物の取り得るいろいろな姿勢に対して対処することができなかった。たとえば、最も安定な正常な姿勢では工作物を認識できたとしても、反転した姿勢や、横倒しになった姿勢では工作物を正しく判定することができなかった。このため、たとえば、搬入コンベヤによって搬入されてきた工作物を、搬送ロボットによって工作機械に設置するような場合、工作物をあらかじめ正常な姿勢で搬入コンベヤ上に並べてから搬入するようにならなければならず、全自動化の妨げとなっていた。

また、従来の方法では、画像データから得た2

次元データに基づき、3次元物体の2次元的な特徴やごく一部の特徴を抽出して判別を行うものが多かった。このため、たとえば、平面上では類似した形状をもっている、高さ方向では大いに形状が異なるといったような工作物を効率的に判定することができず、また、できたとしても工作物の種類の識別、位置、姿勢の特定に正確さを欠くことがあった。

この発明は、このような背景の下になされたもので、工作物の種類、位置、姿勢を正確に識別することのできる3次元物体の形状認識方法を提供することを目的とする。

[課題を解決するための手段]

上記課題を解決するためにこの発明は、

レーザ光を工作物にあて、該工作物からの反射光をテレビカメラでとり、画像処理と3角測量の原理によって基準面から工作物まで距離を求めて、投入された工作物の種類、姿勢を割り出す3次元物体の形状認識方法において、

オフラインで前記工作物の参照モデルを作成す

る第1の段階と、オンラインで工作物の計測を行い前記参照モデルとの比較によって計測された工作物を同定する第2の段階とを有し、

前記参照モデルを作成する第1の段階は、

① 3次元CADシステムを使用して参照モデルのソリッドモデルをコンピュータに入力する過程と、

② 前記参照モデルの各安定状態を指示するデータを入力する過程と、

③ 前記参照モデルの基準安定状態から他の安定状態への変換を行うための変換マトリックスを求める過程と、

④ 前記変換マトリックスを用いて前記ソリッドモデルの面を変換するとともに、変換した面をラスタライズし、該ラスタライズデータを基に、前記各安定状態に対応する幾何学的特徴量を算出する過程と

を含み、

前記工作物の計測を行い前記参照モデルとの比較によって計測された工作物を同定する第2の段

-7-

階は、

① 前記工作物の画像から該工作物上の各点と基準面との距離を求めて記憶する過程と、

② 記憶した距離データから前記工作物の幾何学的特徴量を算出する過程と、

③ 該工作物の幾何学的特徴量を前記参照モデルの幾何学的特徴量と比較し、工作物の種類を同定する過程と

を含むことを特徴とする。

[作用]

上記方法によれば、オフラインで得た参照モデルの幾何学的特徴量と、オンラインで得た、計測に基づく工作物の幾何学的特徴量とが比較されて工作物が同定される。

この場合、参照モデルの姿勢としては、各安定状態が採用される。たとえば、参照モデルとしてサイコロや直方体を考え、これらを水平面に置くと、6つの安定状態がある。また、3角錐を水平面に置いた場合を考えると、4つの安定状態が存在する。これらの安定状態それぞれにつき、参照

-8-

モデルが水平面に接する点のうち、たとえば3点を選び、その座標値を入力し、これを安定状態を指示するデータとする。これによって、各安定状態を表すことができる。

さらに、各安定状態において幾何学的特徴量を算出する。幾何学的特徴量とは、たとえば、参照モデルの最高部の面積とか、参照モデルとある高さの水平面とが交わる面の面積とか、参照モデルの特定2面の重心(面心)間の距離とか、参照モデルの投影体積とかである。これらの特徴量は、3次元CADシステムから入力されたデータに基づいて算出される。こうして、オフラインにおいて、参照モデルの各安定状態における3次元的な幾何学的特徴量が得られる。

次いで、レーザレンジファインダ等の計測装置によって、工作物の計測が行われる。工作物が水平面に置かれた場合を例にとると、工作物上の各高さが計測されてコンピュータに入力される。この計測データに基づき、参照モデルの場合と同様の計算が行われ、被計測工作物の幾何学的特徴量

-9-

-569-

-10-

が算出される。この特徴量が参照モデルの各安定状態での特徴量と順次照合されて、工作物の種類とその姿勢が同定される。

また、後述するようにして工作物の水平面上での回転や平行移動も検出される。こうして、工作物の姿勢、位置が求められ、これらのデータが、人手入力された工作物の把持位置データとともにロボットに伝送されると、ロボットはこの工作物を正しく把持して、工作機の所定位置に設置することができる。

[実施例]

以下、図面を参照して、本発明の実施例を説明する。

まず、第1図および第2図を参照して、この発明による方法を採用した実施例装置を説明する。

第1図は、この装置の構成を示す概念図である。この装置は、加工機能を受け持つマシニングセンタ10と、工作物21を撮像する撮像部20と、撮像部20から伝送されてくるアナログ画像信号をデジタル画像データに変換して記憶し、この

画像データに基づいて、工作物21の3次元形状に関する距離データを作成する計測装置30と、オフライン処理にて参照モデルの幾何学的特徴量を算出するとともに、オンライン処理にて前記距離データに基づいて工作物21の幾何学的特徴量を算出し、これら2つの幾何学的特徴量を比較して工作物21の種類を同定する認識表示装置40と、この認識表示装置40からの指示に基づいて工作物21を把持し、マシニングセンタ10のテーブル12上に設置するロボット50とから構成されている。

マシニングセンタ10は、自動治具11によってテーブル12上に固定された工作物21を加工するもので、図示せぬ自動工具交換装置（以下、ATCという）によって、自動的に工具を交換しながら加工を実施する。この場合、工作物21の姿勢や位置を示す情報が認識表示装置40からマシニングセンタ10およびロボット50に伝送され、この情報を基に加工が行われる。すなわち、この情報に基づいて、マシニングセンタ10にお

-11-

けるNCテープの呼出、ATCによる工具の交換、治具の選択、あるいはロボット50の把握制御などが行われる。

撮像部20は、水平面15上に搬入されてきた工作物21を撮像するもので、レーザ光源22と、スキャナミラー23と、テレビカメラ（CCDカメラ）25とから構成されている。

第2図は、この装置の電気的構成を示すブロック図である。

計測装置30は、画像メモリ31と、計測コントローラ32と、CPU33とをもちている。

計測コントローラ32は、CPU33からの指令によってレーザ光源22とスキャナ23aとを制御するものである。レーザ光源22から出射されたレーザ光は、レンズによって平面状のレーザ光24とされ、スキャナ23aによって回転されるスキャナミラー23によって反射され、工作物21上をスキャンする。工作物21で反射されたレーザ光は、テレビカメラ25によって撮像される。この状態で、スキャナミラー23を一定の角

-12-

度ずつ回転し、レーザ光24を移動させ、工作物21全体にわたるデータを採取し、得られたデータから距離データを算出する。なお、撮像部20の計測点は、最大で480×500点であり、計測領域は、直径300mmの円内である（第1図）。また、テレビカメラ25から水平面15までの距離は1200mmである。

テレビカメラ25から出力された画像信号は、計測装置30に送られて、デジタル信号に変換された後、計測装置30内の画像メモリ31に格納される。計測装置30のCPU33は、画像メモリ31に格納された画像データに基づいて、3角測定の原理を用い、工作物21の3次元形状に関する距離データを算出する。この算出法については後述する。

計測装置30で得られた距離データは、認識表示装置40に伝送される。この認識表示装置40は、CPU41と、記憶装置42と、キーボード43と、CRT44と、これらのキーボード43およびCRT44をCPU41に接続するインタ

ーフューズ45と、マシニングセンタ10をCPU41に接続する工作機コントローラ46と、ロボット50をCPU41に接続するロボットコントローラ47とを有している。また、CPU41にはCADシステム60が接続されている。

以下、この実施例装置の動作を説明する。

1 オフライン処理(第3図～第4図)

このオフライン処理は、参照モデルとその特徴量を作成するものである。ここで、参照モデルとは、工作物21の形状に応じて、それぞれの形状を代表する工作物を意味する。各参照モデル(工作物)は、複数の安定状態をもっている。たとえば、参照モデルが直方体の場合、その6面のいずれを下にしても、直方体は安定して自立するから、6つの安定状態をもつこととなる。このような各安定状態について、その特徴量を算出する。

第3図は、この処理の流れを示す機能ブロック図である。

まず、CADシステム60のモデリング部71

にて参照モデルのソリッドモデルの登録が行われる。すなわち、参照モデルを直方体や円柱などの基本図形に分解して入力すると、それらの図形が平面にて近似された後、それらの各平面の頂点座標、各平面がなす交線の始点、終点の座標、および各平面の法線ベクトルが計算され、参照モデルのポリゴンデータとして、認識表示装置40の記憶装置42内に確保された記憶部72に格納される。

また、CADシステム60から、各参照モデルの安定状態を指示するデータを入力する。たとえば、第4図(a)に示すような参照モデル65を例にとると、水平面(x-y平面)上に図のように置かれた場合を基準の安定状態と定義し、右ねじの進む方向が水平面15に対して上向きとなる順番で水平面15に接する3点P1、P2、P3を、この場合の安定状態指示データとして入力する。このデータは、第3図の記憶部73に安定状態定義データとして格納される。上記安定状態指示データと同時に、参照モデルに対応する工作物

-15-

21の把持位置も入力される。

次いで、認識表示装置40は、たとえば、第4図(b)～(e)に示すような、4つの点P1、P2、P4、P5を頂点とする面65bを底面とする安定状態を算出する。すなわち、面65bの3点をキーボード43から入力すると、CPU41は、この面65bの法線ベクトルを計算し、この法線ベクトルをz軸に一致させるような回転移動を行う変換マトリックスを計算によって求める(第4図(c)参照)。また、参照モデル65を平行移動し、この参照モデル65のx、y、z各方向の最小および最大座標によって決まる包絡直方体の重心が、水平面15の中心位置(座標: $x=150$, $y=150$)の真上にくるような変換マトリックスを求める(第4図(d)、(e))。こうして求めた各変換マトリックスを乗ずることによって、CADシステム60から入力されたモデリング姿勢(基準安定状態)から、他の安定状態に変換するための変換マトリックスを求めることができる。これらの変換マトリックスを求めるのが第3図に

-16-

示す演算部74である。

次に、各安定状態毎に幾何学的特徴量を算出する。すなわち、参照モデル65の各面(ポリゴン)の頂点座標値を、上述した変換マトリックスを用いて、各安定状態における座標値に変換した後、DDA(Digital Differential Analyzer)処理によって点列に変換し(この変換をラスタ化という)、このラスタ化データに基づいて参照モデル65の各安定状態における幾何学的特徴量を計算する。これらの処理を実行するのが第3図のラスタ化部75と特徴量演算部76である。

ここで、幾何学的特徴量としては、次のようなものが考えられる。

- ・ 参照モデル65の最高部の高さ Z_{max} と、この最高部の面積。
- ・ それぞれの高さにおける参照モデル65の領域の面積。
- ・ 各高さにおける参照モデル65の領域の面心間の距離。
- ・ 投影体積、つまり参照モデル65の各高さを

-17-

-571-

-18-

水平面 15 上で積分したもの。

- ・ 包絡直方体の体積、つまり投影面積 $\times Z_{max}$ 。
- ・ 投影体積と包絡直方体の体積との比。
- ・ 慣性楕円体の主軸（慣性主軸）と副軸との比。または慣性主軸と X 軸とがなす角。なお、この慣性主軸は、参照モデル 65 を回転させたときに慣性モーメントが最小となるような回転軸と一致する。

こうして、それぞれの安定状態での参照モデル 65 と、そのの幾何学的特徴量が求められると、これらが記憶部 77 に記憶される。

なお、上記記憶部 72, 73, 77 は、第 2 図の記憶装置 42 内に設けられ、演算部 74, 75, 76 は、CPU 41 に含まれるものである。

II オンライン処理（第 5 図～第 8 図）

オンライン処理においては、まず、第 1 図に示す構成で工作物 21 が撮像される。

この場合、テレビカメラ 25 には第 6 図に示すようにして像が結ばれる。すなわち、レーザ光源

22 から出たレーザ光は、スキャナミラー 23 で反射され、水平面と角 θ をなして下方に進む。そして、x-y 平面 15 で反射されたレーザ光 24 は、入射角（水平面とレーザ光とのなす角） ϕ でテレビカメラ 25 に入射し、テレビカメラ 25 の CCD 画素に取り込まれる。

この場合、角 θ はスキャナミラー 23 の回転角から分かり、角 ϕ は CCD 画素の位置から分かるので、水平面 15 とテレビカメラ 25 との距離 L が分かれば、水平面 15 でのレーザ光 24 の反射位置 x_a を求めることができる。

第 7 図は、CCD 画素上の画像例を示すものである。上面相造が第 7 図 (b) に示すような工作物 21 を撮像した場合、レーザ光 24 は同図 (b) の 2 点鎖線のようになり、同図 (a) のような画像が得られる。一方、第 7 図 (c) に示すような工作物 21 を面 B を上にして撮像した場合、同図 (d) のような画像が得られる。また、面 A を下にして撮像した場合、同図 (e) に示すような画像が得られる。

-19-

第 8 図は、上で述べたようにして得られた画像データに基づいて、基準面 26 から工作物 21 上の任意の点までの距離を計算する方法、すなわち 3 角測量の原理を示すものであり、この計算は、計測装置 30 内にある CPU 33 によって実行される。

図において、テレビカメラ 25 のレンズ中心を原点、この原点を通りスキャナミラー 23 の回転軸に直交する軸を x 軸、スキャナミラー 23 の回転軸に平行で原点を通過する軸を y 軸、原点を通過する垂直下方を z 軸、上記 x 軸を含む水平面を基準面 26 とし、スキャナミラー 23 の回転軸の x 座標を l とする。また、基準面 26 とレーザ光 24 とがなす角度を θ 、反射光 27 と基準面 26 とがなす角度を ϕ 、工作物 21 が置かれた水平面 15 の表面の z 座標を L 、工作物 21 上の点 P の空間座標を (x, y, z) とすると、この座標 (x, y, z) は、次式から求められる。

$$z = l * \tan \theta * \tan \phi / (\tan \theta + \tan \phi)$$

$$x = x_a * z / L$$

$$y = y_a * z / L$$

$$\phi = \arctan(L/x_a)$$

ただし、 x_a および y_a は水平面 15 の表面での反射位置の座標である。また角 θ はスキャンに対する指令値から求められる。

こうして得られた計測データ（最大 240,000 点）は、計測装置 30 から認識表示装置 40 に供給される。認識表示装置 40 は、この計測データに基づいて、第 5 図に示すようにして、工作物 21 の種類、位置、姿勢を求める。以下にこの方法を説明する。

まず、第 5 図の演算部 81 において、計測データの標準化を行う。すなわち、それぞれの計測データについて、その座標 (x, y, z) を求め、これを 2 次元メモリに格納する。具体的には、x-y 座標によって決まるメモリアドレスに高さ z (z 値) を格納する。この場合、異なる画素に対応する計測データでも、x-y 座標が一致するものが存在する可能性があるが、その場合は、最も

-20-

高い z 値を、前記 $x-y$ 座標によって決まるアドレスに格納する(この方法を Z バッファ法という)。こうして、最終的には、計測データのうち各 $x-y$ 座標ごとに最も高い z 値が残し、これが標本化データとして記憶される。つまり、工作物21を上から見たときに、各 $x-y$ 座標値において一番上にある点の高さが距離データとして記憶されることとなる。

次いで、演算部82において、計測された工作物21の幾何学的特徴量を計算する。これに利用される幾何学的特徴量は、参照モデルの幾何学的特徴量と同一のものである。

こうして、工作物21の幾何学的特徴量が求まると、照合部83において、この幾何学的特徴量と参照モデルの各安定状態での幾何学的特徴量との比較が実行される。すなわち、記憶部77に格納されたすべての参照モデルの特徴量の中から順次一つの特徴量が選ばれ、この参照モデルの特徴量の近くに、工作物21の特徴量があるか否かが調べられる。つまり、参照モデルの特徴量を基準

として、その前後のある範囲内に工作物21の特徴量が存在するかが調べられる。このような調べ方をモデルドライブ型という。こうして、工作物21の特徴量が参照モデルの各安定状態の特徴量と比較され、工作物21の種類と、その安定状態の同定が行われる。

さらに、照合部83は、工作物21が置かれた実際の姿勢を求める。このためには、まず、工作物21の慣性主軸を求め、この慣性主軸がいま求めた参照モデルの慣性主軸と一致するようにすればよい。これによって、 z 軸回りの回転量に対応するマトリックスと、 $x-y$ 平面上での平行移動量に対応するマトリックスを得ることができる。また、これらのマトリックスの積から工作物21の姿勢に対応する変換マトリックスを得ることができる。

上述した演算によって、参照モデル名、安定状態、および変換マトリックスを認識結果として得ることができる。

これらのデータは、ロボット制御部84と描画

-23-

部86とに供給される。ロボット制御部84は、これらの供給データと記憶部85に格納されたロボット関係データによって、工作物21の把持位置を認識し、工作物21を把持し、マシニングセンタ10のテーブル12上の所定位置に所定の姿勢で設置する。すなわち、ロボット制御部84は、各工作物21について、あらかじめ入力された把持位置に、上記オフライン処理で求めた変換マトリックスと、オンライン処理で求めた変換マトリックスを乗じて、工作物21の把持位置を算出し、その位置を把持するようにロボット50を制御する。そして、把持した工作物21をあらかじめ定められた加工位置に設置する。

一方、描画部86は、記憶部72に格納された参照モデルのポリゴンデータによって、陰影のついた図像をCRT44に表示する。

なお、上述した演算部81、82、照合部83は、第2図のCPU41に含まれる。また、ロボット制御部84は、CPU41とロボットコントローラ47とによって形成される。さらに、記憶部

72、77、85は、いずれも記憶装置42上に確保されている。

上記実施例によれば、次のような効果が得られる。

- ① 映像部20は、レーザ光とテレビカメラ25によって計測データを得るようにしているから、背景の明暗や、工作物の材質、テクスチャ(生地)にほとんど影響されず、3次元情報を得ることができる。よって、認識環境を覚悟する必要がない。
- ② CADシステム60から入力したソリッドモデルをベースとしているから、上流の3次元CADシステム60と有機的な結合ができるとともに、下流のロボットハンドリングとも有機的な結合ができる。
- ③ ソリッドモデルからDDA処理によってラスタ化データを得て、参照モデル65の幾何学的特徴量を計算しているので、たとえば、点の数を数えることによって面積が得られ、点の高さ(z 値)を合計することによって体積が得られるといった具合に、特徴量を簡単なアルゴリズムによって

-24-

得ることが可能である。

④ 3次元データに基づいて形状認識を行っているため、水平方向だけでなく高さ方向の形状も含めた認識が可能となり、信頼性の高い認識ができる。

⑤ エッジの抽出等、微分値を利用していないので、認識処理の耐ノイズ性を向上させることができ、信頼性の高い高速な認識が可能となった。

⑥ 工作物の種類、姿勢を3次元的に認識できるので、ロボット、フレキシブル治具を用いて、工作物を工作機の所望位置に配置することができ、パレットが不要となった。したがって、切削サイクルタイムの短い多品種、少量指向の加工品群に対しても、24時間の無人運転が可能となった。

⑦ 3次元計測データを2次元メモリに2バッファ法によって標本化しているため、各x-y座標に対して計測データが一義的に定まる。したがって、工作物の認識に必要な幾何学的特徴量を単純なアルゴリズムによって求めることができる。

[発明の効果]

以上説明したように、この発明は、工作物などの物体の各安定状態につき参照モデルをつくり、これと計測データとを比較して物体の種類と姿勢を3次元的に認識するようにしたから、物体の姿勢にかかわらず（たとえば、物体が反転したり横倒しになっていたりしても）正確な認識を行うことができる。特に、平面形状が同じか、あるいは類似していて、高さのみが異なるような物体を確実に判別できる。

また、物体の種類と姿勢を正確に認識できる結果、物体の把持位置をあらかじめ指定しておけば、ロボットによって物体を確実に把持し、この物体を所望の姿勢で所望の場所に設置することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明による方法を適用した実施例装置の構成を示す平面図、第2図は同装置の電気的構成を示すブロック図、第3図は同装置におけるオフライン処理を説明するための機能ブロック図、第4図はオフライン処理における参照モデル

-27-

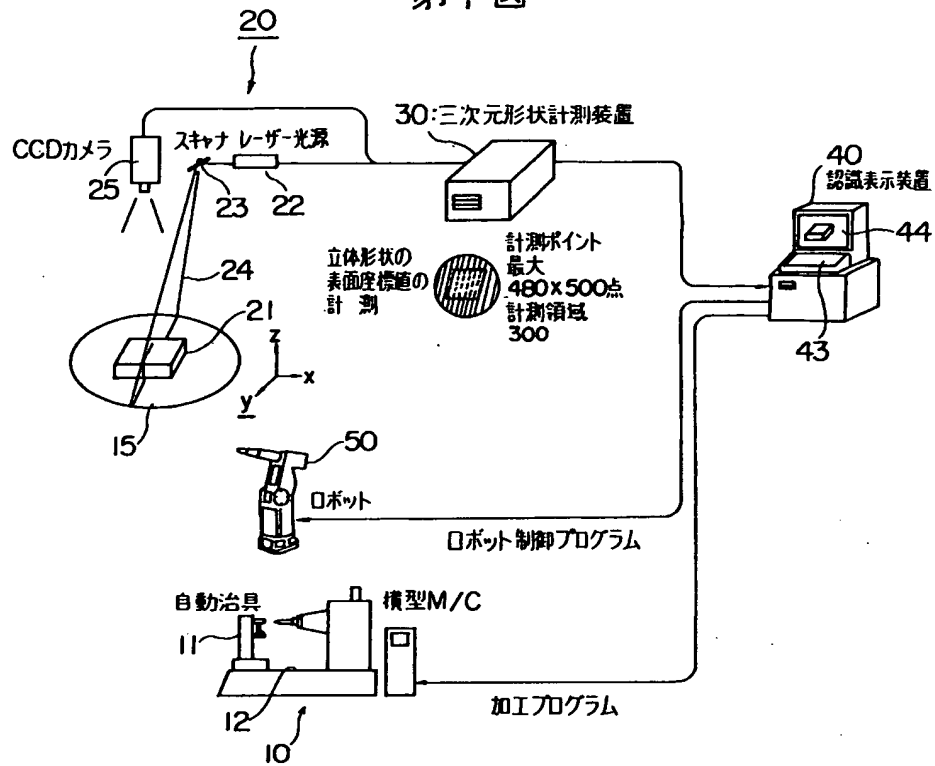
-28-

の各安定状態の変換マトリックスを求める方法を説明するための図、第5図は同装置におけるオンライン処理を説明するための機能ブロック図、第6図はテレビカメラ25による撮像原理を説明するための正面図、第7図はテレビカメラ25の撮像例を示す図、第8図は同装置にて用いる測定方法（3角測量法）の原理を説明するための図である。

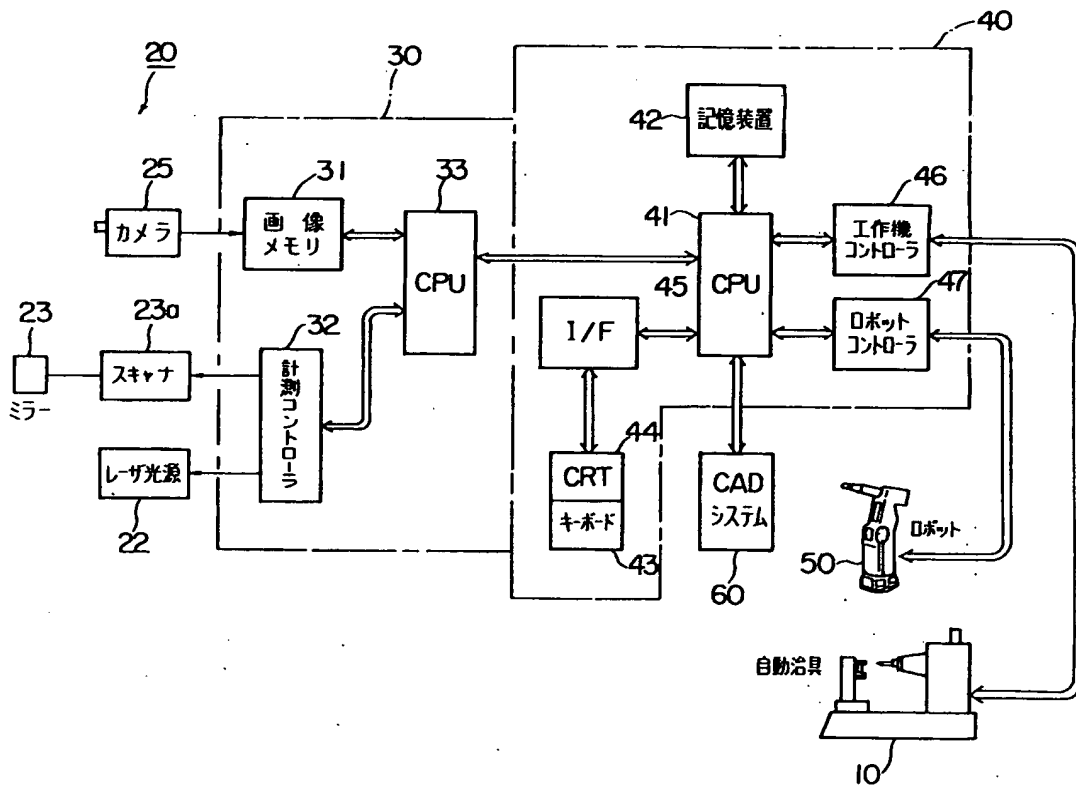
10 ……マシニングセンタ、21 ……工作物、
23 ……スキャナミラー、24 ……レーザ光、
25 ……テレビカメラ、30 ……計測装置、
40 ……認識表示装置、50 ……ロボット、
60 ……CADシステム。

出願人 株式会社 新潟鉄工所

第 1 図

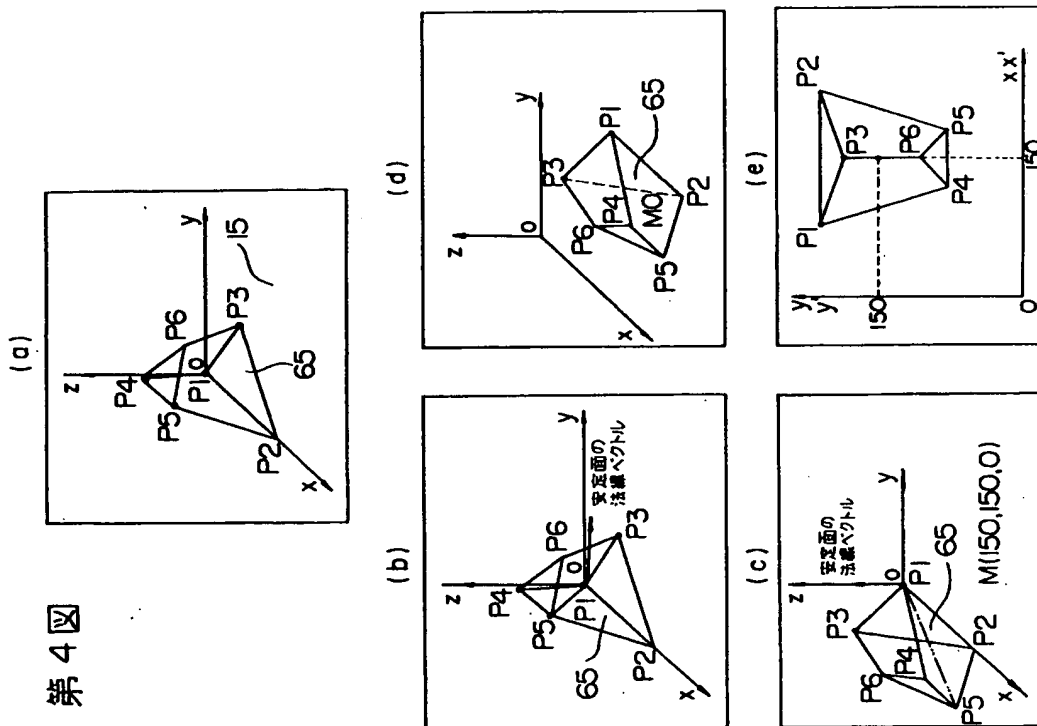
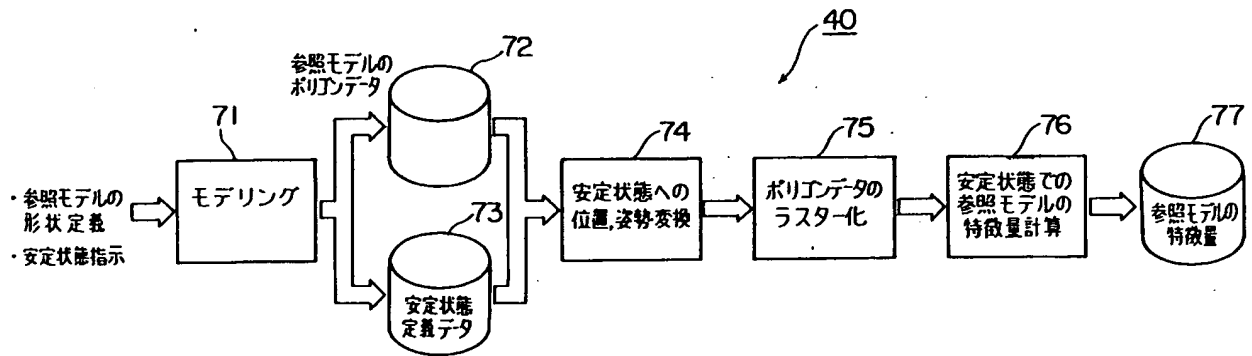


第 2 図

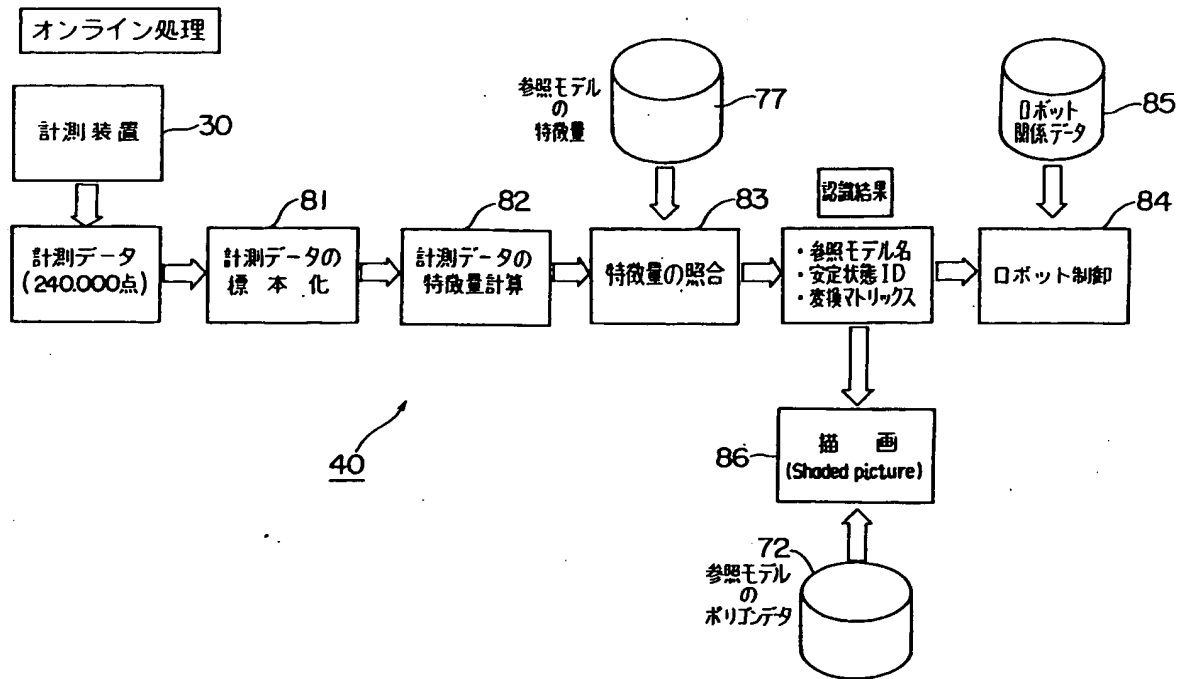


第3図

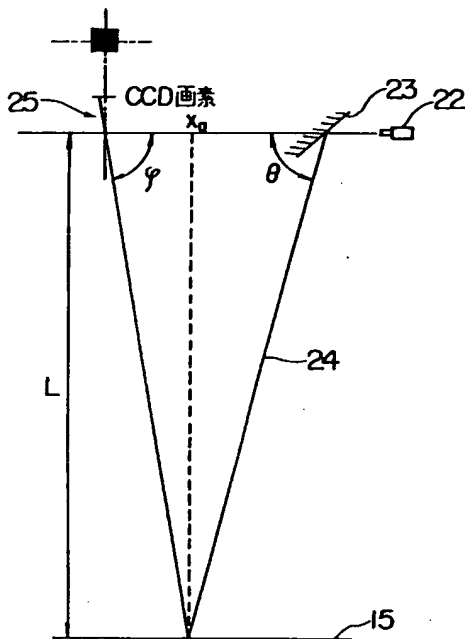
オフライン処理



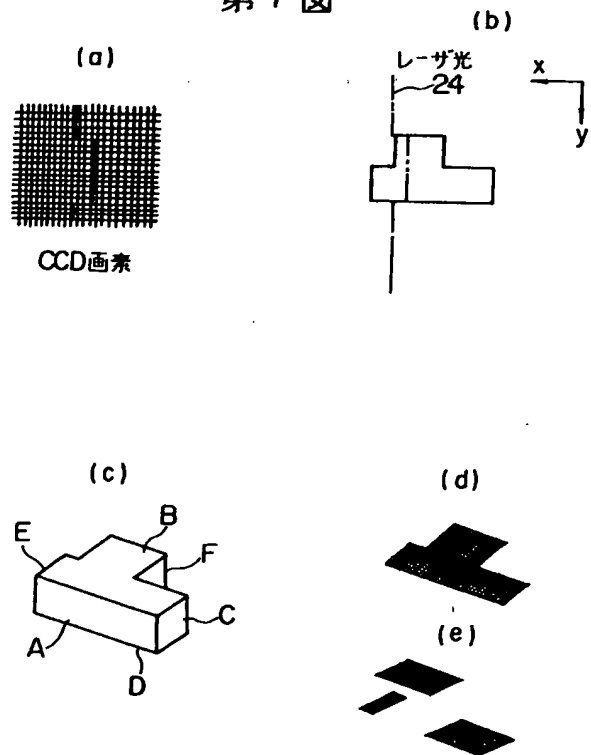
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

